



Universidade de Brasília

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FACE)

Departamento de Economia

Lais Habib Vieira Mendes

**Impacto do Tamanho da Turma nos Quantis de Desempenho de Alunos do 5º
Ano do Ensino Fundamental**

Brasília

Dezembro 2015

Lais Habib Vieira Mendes

**Impacto do Tamanho da Turma nos Quantis de Desempenho de Alunos do 5º
Ano do Ensino Fundamental**

Monografia apresentada ao Departamento de
Ciências Econômicas da Universidade de Brasília,
como requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Economia

Orientador: Prof. Rafael Terra de Menezes

Brasília – DF

2015

RESUMO

O objetivo deste trabalho é avaliar dois focos de políticas públicas educacionais que podem ser realizadas: tamanho de turma e qualidade do professor para alunos do 5º ano do Ensino Fundamental no Brasil. A literatura sobre o impacto do tamanho de turma no desempenho dos alunos ainda não é conclusiva, apesar de existir grande número de trabalhos sobre o tema. O diferencial deste estudo é, em primeiro lugar, a análise do efeito de um professor bom em uma turma grande e, segundo, a estimação por quantil da distribuição de notas de matemática na Prova Brasil 2013. Primeiramente, estimou-se por Mínimos Quadrados Ordinários e, em seguida, por Regressão Quantílica. Os resultados indicam impacto médio do tamanho de turma significativo e negativo. Na regressão por quantis, o tamanho de turma tem impacto significativo apenas para os 10% piores alunos, enquanto o indicador do professor tem impacto significativo e positivo apenas para os 25% melhores alunos. Por fim, o efeito de um professor bom em uma turma grande só foi significativo para o primeiro decil da distribuição de notas e apresentou sinal positivo. Esses resultados indicam que os métodos utilizados pelo professor ou outras características como qualificação profissional e experiência interagem com o impacto de uma turma grande sobre o desempenho dos alunos no primeiro decil da distribuição de notas.

Palavras-chave: Tamanho de turma, Qualidade do professor, Regressão Quantílica, Políticas públicas.

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1.1. Análise descritiva da proficiência em matemática, tamanho de turma e indicador do professor.....	15
Tabela 1.2. Análise descritiva da proficiência em matemática, tamanho de turma e indicador do professor por quantil de notas.....	16
Quadro 1. Descrição das variáveis utilizadas.....	19
Tabela 2.1. Impacto médio na Proficiência de matemática (5º ano do Ensino Fundamental) – Mínimos Quadrados Ordinários.....	21
Tabela 2.2. Impacto do tamanho de turma e do indicador do professor nos Quantis da Distribuição de notas de matemática do 5º ano – Regressão Quantílica.....	23
Tabela 2.3 Percentual de alunos por Nível Socioeconômico segundo a Distribuição de notas de matemática do 5º ano.....	24
Tabela A.1. Análise descritiva das características do aluno, da família e da escola por quantil de notas.....	29
Tabela A.2. Impacto médio na Proficiência de matemática (5º ano do Ensino Fundamental) – Mínimos Quadrados Ordinários (Completo).....	30

1. Introdução

Nas últimas décadas, foi possível perceber melhoras nos indicadores educacionais do Brasil como aumento da escolaridade média da população, diminuição do analfabetismo e da evasão escolar. Outra melhora importante está relacionada à cobertura do ensino fundamental. Em 2012, a taxa de frequência escolar de crianças entre 6 e 14 anos (Ensino fundamental) era de 98,2%, de acordo com relatório elaborado pelo Ministério da Educação (MEC) a partir de dados da Pnad (IBGE)¹, o que significa dizer que o Brasil atingiu a quase universalização da educação primária.

Entretanto, sabe-se que um ano de estudo no Brasil não tem o mesmo valor que um ano de estudo no Japão, por exemplo. Isso está relacionado à qualidade do ensino. A preocupação em medir a proficiência e aspectos cognitivos acumulados ao invés de apenas anos de escolaridade culminou em uma cultura de avaliação bastante internalizada pelos sistemas escolares de diferentes partes do mundo. Dessa forma, existem diversos testes de avaliação com esse mesmo objetivo.

Um dos mais importantes testes padronizados de avaliação da educação e que permite comparação entre países é o PISA (*Programme for International Student Assessment*)². A média brasileira nos resultados do PISA 2012 foi de 402 pontos, menor que a média dos países da OCDE de 498³ para todas as três áreas: leitura, matemática e ciências. Pesquisadores da área tentam responder, portanto, por que, apesar da melhora de alguns indicadores educacionais, os resultados dos estudantes brasileiros em testes de proficiência (internacionais e nacionais) ainda são tão baixos. Identificar as dificuldades do sistema escolar brasileiro se torna relevante à medida que traz consigo a investigação sobre estratégias e políticas públicas para melhorar a qualidade do ensino, aumentar a acumulação de capital humano, o crescimento do país e reduzir desigualdade e pobreza.

A relação entre educação, acumulação de capital humano e crescimento já é bastante conhecida na literatura. O estudo sobre o capital humano ganhou

¹ O gráfico e outras informações podem ser encontrados no “Relatório Educação para Todos no Brasil 2000-2015”, versão preliminar de junho de 2014.

² O PISA é a avaliação internacional mais conhecida e é coordenada pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico). No Brasil, é administrado pelo INEP e os resultados do país podem ser acessados no *site* do instituto.

³ Dados do Relatório Nacional PISA 2012 (INEP).

importância, principalmente, com os trabalhos de Schultz em 1961 e Becker em 1964. Os dois autores destacaram que a acumulação de conhecimentos e habilidades pode ser comparada com investimentos em outros tipos de capitais. Além disso, Schultz (1961), Becker (1964) e Mincer (1974) consolidaram a visão teórica sobre a importância da educação, principalmente para o crescimento econômico de longo prazo, determinação da pobreza, da renda per capita e da desigualdade de renda. A abordagem iniciada por esses três autores acabou se tornando conhecida como a Teoria do Capital Humano (TCH).

Dentro do referencial teórico da TCH, a educação é um meio pelo qual são transmitidos e aprimorados conhecimentos e habilidades e, portanto, a qualidade tem papel de destaque. Dessa forma, medir capital humano a partir apenas de acesso à escola e anos de escolaridade não é suficiente para realizar comparações entre países, ou até mesmo comparações entre momentos diferentes em um mesmo país. Para Hanushek (2013), é possível encontrar evidências de que habilidades cognitivas medidas por testes padronizados como o PISA estão mais fortemente relacionadas a ganhos individuais (salários), distribuição de renda e crescimento econômico do que escolaridade ou maior número de matrículas. Esse argumento se torna ainda mais forte nos países em desenvolvimento que tiveram melhora significativa dos indicadores de cobertura escolar, como o Brasil, mas que ainda apresentam avaliações em testes de proficiência abaixo da média.

Uma das formas mais utilizadas para abordar a acumulação de habilidades cognitivas, medida pelos resultados de testes padronizados, é a função de produção educacional, que relaciona, geralmente, a nota dos estudantes em testes padronizados a fatores diversos. Na sua forma mais geral são considerados insumos escolares, aspectos da família (que incluiriam, por exemplo, escolaridade dos pais), outros fatores como vizinhança, colegas, estrutura institucional e um elemento estocástico. (HANUSHEK, 2013).

A intuição leva a crer que a acumulação de habilidades pessoais e capital humano pode ser afetada por todos esses fatores. Entretanto, existe um interesse especial por parte dos pesquisadores pela contribuição da educação formal e mais especificamente dos insumos escolares para o acúmulo de habilidades cognitivas. Isso, porque as escolas são diretamente afetadas por políticas públicas, que podem ter como foco recursos escolares como infraestrutura, carga horária e tamanho de turma, por exemplo.

O trabalho clássico de Coleman *et al*, 1966, conhecido como *Equality of Educational Opportunity* ou Relatório Coleman (1966)⁴ avalia o efeito das características da escola no desempenho dos alunos. Os resultados indicam que insumos escolares (quantidade e qualidade) têm pouca importância se comparados com os efeitos do ambiente familiar e social dos alunos.

Hanushek (2003) avalia evidências de vários países e conclui que, de modo geral, políticas educacionais com foco em aumentar recursos escolares não costumam apresentar tanto impacto sobre o desempenho. Para o autor, entretanto, a qualidade do professor tem grande importância no aprendizado dos alunos, podendo inclusive, compensar déficits de crianças com *backgrounds* familiar e social menos favoráveis.. Apesar da importância do Relatório Coleman e do trabalho de Eric A. Hanushek para o debate sobre a correlação entre insumos escolares e qualidade do ensino, a literatura ainda não é conclusiva.

O debate ainda está em aberto e demonstra o esforço dos pesquisadores em fornecer subsídios para a formulação de políticas educacionais. Entretanto, além da análise sobre a existência ou não de nexos entre insumos escolares e desempenho, é importante entender como o aumento do número de crianças na escola sem consequente aumento da capacidade (infraestrutura, professores, escolas, entre outros) pode afetar a provisão de uma educação de qualidade para todos.

A educação não é um bem público puro e, no Brasil, é dever do Estado, previsto na Constituição de 1988, garantir educação de qualidade a todos. Bens públicos possuem duas características principais. São não exclusivos, ou seja, as pessoas não podem ser impedidas de consumir. Além disso, são não disputáveis (ou não rivais), isto é, o custo marginal de provê-los para um consumidor adicional é zero (PINDYCK, 2006). Bens públicos como educação e infraestrutura, por exemplo, são, em alguma medida, exclusivos e/ou rivais, ou seja, não são puros.

O aumento do uso de bens com essas características pode levar à ocorrência de externalidades e o consequente congestionamento. A teoria de Oakland de 1972 sobre congestionamento dos bens públicos conclui que o benefício marginal de consumir um bem público congestionável depende do nível de

⁴ O Relatório Coleman foi realizado a partir de uma base de dados com mais de 570.000 estudantes de quatro séries diferentes, 60.000 professores e 4.000 diretores dos Estados Unidos. Tinha como objetivo inicial medir a extensão da segregação racial nas escolas do país (Ehrenberg, R. G., Brewer, D.J., *et al*, 2001)

congestionamento e também da capacidade de provisão. O consumo compartilhado do bem público gera uma externalidade (rivalidade) que é vista como custo de congestão pelos indivíduos. Quando existem limites à expansão da capacidade de provisão do bem público, na presença de externalidade de congestão, os benefícios de consumo de tal bem são reduzidos (SHADBEGIAN e OTT, 2001).

Agénor (2012), a partir de um modelo de crescimento endógeno, avaliou a eficiência da alocação dos gastos do governo entre dois “bens” de provisão pública que não são bens públicos puros: infraestrutura e educação. A conclusão do autor é de que, ao considerar capital humano e infraestrutura como insumos do produto, o grau de congestão da educação tem efeito negativo sobre o crescimento no longo prazo. Isso ocorre, pois o congestionamento na educação tem efeito negativo sobre a qualidade do ensino e, conseqüentemente, sobre a acumulação de capital humano (AGÉNOR, 2012).

Dentro desse contexto, os estudos sobre os efeitos da quantidade de matrículas e, mais ainda, da quantidade de alunos por classe se tornam ainda mais relevantes para a formulação de políticas educacionais para os anos iniciais do ensino fundamental no Brasil, que agora devem passar a ter maior foco na qualidade. O tamanho da classe é frequentemente considerado como foco de políticas de qualidade educacional e na alocação de recursos escolares. Outro fator constantemente considerado por formuladores de política pública é a qualidade do professor.

Autores como Hanushek (2003) e Finn, Pannozzo e Achilles (2003) destacam a importância da qualidade do professor para o desempenho dos alunos. Com relação ao efeito do tamanho da turma na proficiência dos alunos, existe ainda grande divergência na literatura. De um lado, o grupo que considera que reduzir as classes não tem impacto significativo sobre o desempenho [Hanushek (1986), Hoxby (2000)] e, de outro, os que encontraram ganhos consideráveis de desempenho ao reduzir as turmas [Angrist e Lavy (1999), Krueger (1999) e Finn e Achilles (1990)].

Tendo em vista a importância do tema e visando contribuir para o debate sobre políticas públicas em educação, o objetivo deste trabalho é avaliar dois possíveis focos de política. Em primeiro lugar, avalia-se o efeito do tamanho de turma sobre o desempenho de alunos do 5º ano do Ensino Fundamental em matemática no Brasil. Em segundo lugar, analisa-se o impacto da qualidade do professor sobre o desempenho. Por fim, pretende-se, ainda, interpretar o impacto da

interação do indicador de qualidade do professor com o tamanho de turma sobre as notas dos alunos, ou seja, avaliar o efeito de um professor bom em uma turma grande.

Primeiramente, será calculado o impacto do tamanho de turma, da qualidade do professor e da interação entre as duas variáveis de interesse sobre a proficiência em matemática dos estudantes por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Depois, se busca entender como o desempenho dos alunos em matemática é afetado pelo tamanho de turma, pela qualidade do professor e pela interação entre as duas variáveis ao longo da distribuição de notas. Para isso, o modelo utilizado será o de Regressão Quantílica.

Os dados utilizados são do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP), mais especificamente, da Prova Brasil de 2013, que faz parte do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB).

Os resultados encontrados indicam que o tamanho de turma tem efeito médio significativo e negativo sobre o desempenho. Quando avaliado ao longo da distribuição de notas, esse efeito significativo aparece apenas para o primeiro decil de desempenho. A qualidade do professor tem impacto médio significativo e positivo. Na estimação por quantis, a qualidade do professor parece ser mais importante para alunos dos quantis mais altos de desempenho. É importante destacar que no primeiro decil da distribuição de notas, a interação entre o tamanho de turma e a qualidade do professor tem coeficiente significativo e positivo, que é interpretado como o efeito de um professor bom em turmas grandes.

Além da introdução, este trabalho contém outras cinco seções. Na segunda seção, serão discutidos os mecanismos pelos quais o tamanho de turma pode afetar o desempenho, bem como os principais trabalhos sobre o tema. Na terceira seção, será apresentado o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e os dados utilizados nas estimações, com estatísticas descritivas. A quarta seção expõe brevemente os métodos utilizados: Mínimos Quadrados Ordinários e Regressão Quantílica. Na quinta seção, são apresentados e discutidos os resultados encontrados e por fim, na sexta seção, apresentam-se as considerações finais.

2. Referencial teórico

2.1. Tamanho de turma e qualidade do professor

Para subsidiar a discussão sobre os efeitos do tamanho de turma e da qualidade do professor, é preciso compreender como essas variáveis podem afetar o desempenho escolar. Na literatura é possível identificar dois principais canais pelos quais o número de alunos por classe pode afetar a proficiência: efeito tamanho da classe e efeito dos pares ou *peer effects* (OLIVEIRA, 2010).

O efeito tamanho de turma pode ser explicado por vários aspectos. Primeiramente, existe o “insumo professor”. Em uma turma muito cheia, existe menor quantidade de “insumo professor” por aluno, o que pode significar menores condições de atendimento individual e a necessidades específicas do aluno e, ainda, maior dificuldade de contato e interação entre os professores e os pais dos alunos. O impacto da redução da quantidade de professor por aluno pode variar muito entre turmas grandes e pequenas.

A segunda forma de atuação seria o “efeito lotação”, que está relacionado ao primeiro e é explicado pelo prejuízo ao aprendizado causado pelo aumento das interrupções em aula devido à indisciplina, por exemplo. Em uma sala lotada, o professor pode ficar sobrecarregado, podendo ficar desestimulado a se esforçar e comparecer às aulas. Além disso, em salas mais vazias, o estudante tem a possibilidade de maior participação durante a aula. Os dois efeitos “insumo professor” e “efeito lotação” se relacionam com o professor, com suas características pessoais, profissionais e formas de dar aula.

O segundo canal principal é o efeito dos pares (*peer effects*), que é uma externalidade gerada quando alunos diferentes em uma mesma turma interagem. Um aluno bom pode influenciar outro diretamente, por exemplo, quando um estudante ensina o colega ou indiretamente através de vazamentos de conhecimento (*learning spillovers*). Um estudante indisciplinado também pode influenciar o desempenho dos colegas.

São muitos os canais pelos quais os colegas podem afetar o desempenho uns dos outros: mudanças na atmosfera da sala de aula, recursos que um estudante pode levar de casa para a sala ou até mesmo pela forma como alguns professores reagem a determinados alunos. As diferenças de renda familiar, raça e gênero também podem gerar o efeito dos pares que pode ser uma externalidade positiva ou negativa. A princípio, parece existir uma assimetria e alunos piores se beneficiam mais da exposição a bons alunos do que o contrário (HOXBY, 2000a).

É importante considerar, ainda, que pode haver diferença entre os métodos de ensino utilizados pelo professor em turmas grandes ou pequenas. Em turmas menores, o professor pode passar maior quantidade de atividades de grupos pequenos, mais discussões entre alunos, mais redações, por exemplo. Dessa forma, se os alunos são beneficiados por essas técnicas, a redução das turmas funcionaria como causa indireta do maior desempenho, sendo o método de ensino a causa direta. Isso porque a redução da classe seria o meio que possibilita a utilização de métodos de ensino novos e mais eficazes que só são possíveis com menos alunos por turma. Ou ainda, o professor pode continuar usando a mesma forma de ensino e obter resultados melhores quando a turma é menor (EHRENBERG *et al*, 2001).

Dessa forma, além de considerar o efeito tamanho de turma e o efeito dos pares, existe outro fator que pode interagir com o tamanho da turma e que também pode ser foco de políticas educacionais, que é a qualidade do professor. Rivkin, Hanushek e Kain (2005) concluem, por exemplo, que o efeito da qualidade do professor, medido por características observáveis e não observáveis, tem um impacto importante sobre o desempenho. Para os autores, a qualidade do professor tem impacto consideravelmente maior sobre o desempenho que o tamanho de turma. Apesar de encontrarem efeito significativo do tamanho de turma sobre a proficiência, consideram-no modesto. Além disso, como a qualidade do professor é importante, reduzir as turmas exigiria a contratação de novos professores o que pode ter duas consequências possíveis, visto que a oferta de professores de qualidade provavelmente não é perfeitamente elástica: aumento dos salários ou redução da qualidade dos professores.

Finn, Pannozzo e Achilles (2003) destacam características do professor que podem influenciar o desempenho dos alunos que vão além da escolaridade e da experiência. Para eles, o professor também tem um papel importante no engajamento do aluno através do apreço por ensinar, da tolerância com diferentes tipos de comportamentos e da maior interação interpessoal que tem com os alunos.

2.2. Revisão de literatura

Este trabalho busca analisar de forma mais detalhada o efeito tamanho de turma e da interação entre o número de alunos por turma e a qualidade do professor sobre a proficiência. Como dito anteriormente, os estudos sobre o efeito do tamanho da classe no desempenho têm resultados bastante discordantes, não existindo ainda

consenso sobre a eficácia de políticas educacionais que reduzem o número de alunos por turma.

Hanushek (1986) não encontra relação significativa entre tamanho de turma, gastos em educação e outros insumos escolares sobre o desempenho. Hoxby (2000b) utiliza dois métodos diferentes baseados na variação populacional para avaliar os efeitos do tamanho e da composição da classe sobre o desempenho. A conclusão é a de que a redução do tamanho das turmas não tem efeito sobre o desempenho dos alunos. A autora destaca que reduzir as turmas cria oportunidades para que a escola e os professores usem melhor os recursos disponíveis e tenham resultados positivos de desempenho. Para isso, a redução deve ser acompanhada de instrução para que os professores tirem proveito das turmas menores.

Já Angrist e Lavy (1999) analisam dados escolares de Israel, através do uso de variáveis instrumentais, e concluem que a redução das turmas tem impacto significativo e substancial sobre o desempenho, para estudantes da 5ª série. Os autores acreditam que alguns estudos indicam efeitos baixos ou não significantes do tamanho de turma sobre o desempenho devido à dificuldade de isolar uma fonte crível de variação exógena dos insumos da escola.

Outros importantes trabalhos, como Krueger (1999, 2003) e Finn e Achilles (1990), são frequentemente citados na literatura. Ambos possuem como foco de análise o experimento Projeto Star⁵ e também encontram resultados significativos que justificariam uma política de redução das classes.

Dentre a literatura mais recente, nacionalmente, destaca-se Menezes-Filho (2011), que utiliza dados do Sistema de Avaliação do Ensino Básico (SAEB) para estudar os determinantes do desempenho dos alunos da 4ª e 8ª séries do ensino fundamental e da 3ª série do ensino médio nos testes de proficiência em Matemática do Brasil. No estudo, as variáveis que mais explicam o desempenho dos alunos são as características familiares e do aluno. Dentre as variáveis da escola, a única que parece afetar consistentemente o desempenho dos estudantes é o número de horas-aula, enquanto o tamanho de turma não parece afetar as notas em nenhuma das séries analisadas pelo autor.

⁵ O Projeto Star (*Student/Teacher Achievement Ratio Experiment*) foi um experimento longitudinal realizado no Tennessee, Estados Unidos, no qual 11.600 estudantes e seus professores foram aleatoriamente distribuídos entre turmas pequenas, regulares e regulares com professor ajudante durante os quatro primeiros anos na escola. Ao fim de cada série, todos os estudantes realizavam testes padronizados.

Outros autores da literatura recente encontram resultados que indicam a existência de impacto significativo do tamanho de turma sobre o desempenho escolar. Fredriksson *et al* (2014), além de encontrarem um impacto negativo significativo, mostram que esse efeito é maior para os alunos de baixa renda, ou seja, alunos de renda mais alta são menos afetados pelo tamanho de turma. Os autores chegam a duas principais razões para isso. Primeiro, alunos de baixa renda têm deterioração do ambiente de aprendizado quando as turmas aumentam, pois acham mais difícil acompanhar o professor em turmas mais cheias. Segundo, a probabilidade de que os pais de alunos de alta renda sejam mais aptos a compensar em casa o aumento das turmas é maior, ou seja, eles estudam com os filhos em casa.

Além disso, Fredriksson *et al* (2013) avaliam o efeito de longo prazo do tamanho da classe no ensino básico. Os autores encontram efeitos negativos do tamanho de turma sobre os rendimentos dos adultos, de forma que o efeito do tamanho da classe no longo prazo parece ter mesma magnitude dos efeitos de curto e médio prazos em relação a habilidades cognitivas e não cognitivas.

Criar uma legislação que determine um número máximo de alunos por turma pode ser razoavelmente simples em termos de política pública. Entretanto para uma avaliação completa e suficiente de uma política, são necessários dois momentos de análise: eficácia e eficiência. Ou seja, é preciso saber, primeiro, se turmas menores melhoram o desempenho dos alunos, e segundo se os custos incorridos para isso são os menores possíveis com o melhor resultado. Este trabalho tem como foco a primeira parte da análise, a eficácia. Entretanto, é importante revisitar alguns trabalhos que abordam também a eficiência na implementação de tal política.

Um método bastante utilizado para avaliar a eficiência de políticas é a análise de custo-benefício. Krueger (2003) faz uma análise de custo-benefício para avaliar se os resultados de uma política de redução de classes compensam os gastos com tal política. O autor utiliza os dados do Projeto Star e conclui que a taxa interna de retorno de uma redução de 22 para 15 alunos é de 6%.

Chingos (2012) utiliza dados do programa de redução de turmas na Florida, Estados Unidos. Segundo ele, existe um forte indício de que políticas de *class-size reduction* (CSR) de larga escala não representam o melhor uso dos recursos educacionais que já são escassos. Para o autor, dois aspectos são

destacados como sendo prováveis responsáveis por anular os efeitos de tal política. Primeiro, a redução das turmas pode levar a escola a contratar mais professores, que muitas vezes são menos eficazes que os professores antigos. O segundo seria que a política pode alterar a distribuição dos professores entre as escolas.

No Brasil, Oliveira (2010) sob orientação de Naércio Menezes-Filho desenvolve um importante estudo que trata do impacto do tamanho de turma e da jornada escolar sobre o desempenho (eficácia). Além disso, os autores fazem uma análise custo-efetividade das políticas voltadas para esses dois fatores (eficiência). Eles utilizam dados do SAEB referentes a 2005 e o método de *propensity score matching*. Encontram evidência de um efeito tamanho da classe apenas para turmas a partir de 30 alunos. A redução do tamanho da classe de 38 alunos para 30 alunos foi associada a um aumento de 10,67 pontos na proficiência. Além disso, de acordo com os resultados, a redução do tamanho da turma é mais custo-efetiva do que o aumento da jornada escolar para classes maiores. Em turmas com menos de 34 alunos, políticas de aumento da jornada escolar são mais custo-efetivas que as de redução da classe (OLIVEIRA, 2010).

De fato, existem muitas divergências com relação à direção e à magnitude do efeito do tamanho de turma. As conclusões dos artigos sobre o assunto variam dependendo do período analisado, da região, dos métodos e técnicas utilizados, entre outros fatores. Pesquisadores de economia da educação no Brasil e no mundo insistem em avaliar os insumos escolares com o objetivo de subsidiar políticas educacionais que melhorem a qualidade do ensino público.

3. Base de Dados

Os dados utilizados nesse estudo são do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB). O SAEB foi implementado pelo Ministério da Educação (MEC) por meio do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP) em 1990. Desde a primeira aplicação, o SAEB passou por diversas modificações como a adoção da Teoria de Resposta ao Item (TRI) como metodologia de construção dos testes e análise dos resultados em 1995 e a inclusão de escolas da rede privada na amostra nesse mesmo ano.

Através de testes padronizados e questionários socioeconômicos, as avaliações fornecem dados e indicadores sobre a educação básica brasileira, a

partir dos quais, políticas públicas educacionais são formuladas, reavaliadas e monitoradas para que haja melhora contínua da qualidade do ensino e se possa atingir a universalização do acesso à escola. Além disso, esses dados subsidiam estudos sobre os fatores que influenciam o desempenho dos alunos das séries e anos analisados.

A partir de 2001, O SAEB passou a avaliar apenas as áreas de Língua Portuguesa e Matemática. Além dos testes padronizados, são aplicados questionários aos alunos, professores e diretores. No questionário dos alunos são coletadas informações sobre suas características individuais e familiares. Nos demais questionários são coletadas informações como escolaridade e experiência dos professores e diretores, características da escola, recursos físicos disponíveis, recursos utilizados nas aulas, entre outras.

O SAEB é composto por três avaliações externas em larga escala: Avaliação Nacional da Educação Básica (Aneb), Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (Anresc ou Prova Brasil) e Avaliação Nacional da Alfabetização (ANA)⁶ que passou a compor o SAEB a partir de 2013. A avaliação utilizada nesse estudo é a Prova Brasil que é uma avaliação censitária, aplicada aos estudantes da 4ª série/5º ano e da 8ª série/9º ano.

Para este estudo, a base de dados se restringirá apenas a estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental de escolas da rede pública, de áreas urbanas, dos departamentos administrativos estaduais e municipais (OLIVEIRA, 2010). A exclusão das escolas particulares justifica-se pelo fato de que o estudo tem como foco políticas públicas. Dessa forma, a amostra utilizada é composta por 1.687.108 alunos, 73.088 turmas e 46.974 escolas, sendo 19.451 estaduais e 27.523 municipais.

Na tabela 1.1 encontram-se as estatísticas descritivas para proficiência em matemática, tamanho de turma e indicador de qualidade do professor para o Brasil e também para cada região.

Tabela 1.1. Análise descritiva da proficiência em matemática, tamanho de turma e indicador do professor.

⁶ Para mais informações, consultar <http://portal.inep.gov.br/saeb>

Variável	Obs	Média	Desvio-padrão	Min	Max
Brasil					
Proficiência	1687108	210,29	51,57	78,92	341,25
Tamanho da turma	1687108	24,63	5,51	1,00	48,00
Indicador professor	1687108	0,18	0,27	-0,86	2,30
Norte					
Proficiência	186771	192,25	46,67	78,92	341,25
Tamanho da turma	186771	25,99	5,70	1,00	46,00
Indicador professor	186771	0,25	0,28	-0,71	1,68
Nordeste					
Proficiência	417934	187,30	47,02	78,92	341,25
Tamanho da turma	417934	24,58	5,91	1,00	48,00
Indicador professor	417934	0,26	0,28	-0,74	2,30
Sudeste					
Proficiência	678276	222,60	51,43	78,92	341,25
Tamanho da turma	678276	24,77	5,24	1,00	43,00
Indicador professor	678276	0,13	0,25	-0,86	1,85
Sul					
Proficiência	254490	225,54	48,11	78,92	341,25
Tamanho da turma	254490	23,06	5,20	1,00	41,00
Indicador professor	254490	0,14	0,25	-0,84	1,89
Centro-Oeste					
Proficiência	149637	215,23	46,66	78,92	341,25
Tamanho da turma	149637	25,05	5,22	1,00	45,00
Indicador professor	149637	0,15	0,25	-0,86	1,65

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Aneb 2013 (INEP).

Já na tabela 1.2, encontram-se as estatísticas descritivas das mesmas variáveis para alguns pontos da distribuição de notas considerando-se o país inteiro.

Tabela 1.2. Análise descritiva da proficiência em matemática, tamanho de turma e indicador do professor por quantil de notas.

	0,1		0,25		0,50		0,75		0,90	
	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
Proficiência	123,8	16,2	145,8	21,5	168,4	28,2	187,7	36,2	200,0	43,1
Tamanho de turma	23,9	5,8	24,1	5,8	24,3	5,7	24,4	5,6	24,5	5,5
Indicador professor	0,26	0,28	0,24	0,28	0,22	0,27	0,20	0,27	0,19	0,27

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Aneb 2013 (INEP).

O indicador de qualidade do professor foi construído a partir do banco de dados originado das respostas ao questionário do professor que faz parte da Aneb 2013. O questionário é composto por 125 questões e inclui informações sobre educação, salário, experiência e carga horária do professor, recursos e práticas utilizados por ele para fins pedagógicos, percepção do professor com relação aos alunos e à escola, entre outros aspectos.

Todas as variáveis construídas foram padronizadas e incluídas na estimação por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) da função de produção educacional em sua forma mais geral:

$$y_i = \beta_0 + \beta_{prof}X_{prof_i} + \beta_{aluno}X_{aluno_i} + \beta_{esc}X_{esc_i} + \beta_{UF}X_{UF_i} + \varepsilon_i \quad (1)$$

Em que y_i a nota no teste de proficiência em matemática na Prova Brasil, individualizada e representada pelo subscrito $i = 1, 2, \dots, N$; X_{prof_i} é um vetor de variáveis com respeito a características do professor do aluno i ; X_{aluno_i} é um vetor de variáveis com respeito a características do próprio aluno e de sua família, X_{esc_i} é o vetor de variáveis com respeito a características da escola do indivíduo i e X_{UF_i} é um vetor de variáveis dummies que representam a unidade da federação em que o aluno i estuda.

Após essa primeira estimação, calculou-se os pesos de todas as variáveis em X_{prof_i} que apresentaram efeito positivo e significativo a, pelo menos, 10%. Em seguida, para a construção do indicador, os pesos foram multiplicados às variáveis padronizadas e os resultados foram somados para cada observação, obtendo-se a nova variável: *indicador_prof*. Tal indicador é contínuo e vai de -0,8643 a 2,2951, onde considera-se que quanto maior o indicador, melhor é o professor.

Além das variáveis de interesse, foram utilizadas variáveis de controle referentes a características dos alunos, *background* familiar e características da escola. Média da turma foi incluída no modelo a fim de captar o efeito dos pares e lidar com a possível interação entre *peer effect* e tamanho da turma (OLIVEIRA, 2010). Todas as variáveis utilizadas estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1. Descrição das variáveis utilizadas

Variáveis	Descrição
proficiencia	Variável contínua que indica a nota do aluno em matemática do SAEB.

tamturma	Variável contínua que indica a quantidade de alunos na turma. Construída a partir do identificador de turmas do banco de dados do SAEB.
alunohomem	Dummy igual a 1 se o aluno é do sexo masculino
alunonaobranco	Dummy igual a 1 se o aluno se declara preto, pardo, amarelo ou indígena e 0 caso ele se considere branco
escmaemaisEM	Dummy igual a 1 se a mãe do aluno tem o ensino médio ou superior completo
mora5m	Dummy igual a 1 se o aluno mora com 5 ou mais pessoas
moracommae	Dummy igual a 1 se o aluno mora com a mãe
preescola	Dummy igual a 1 se o aluno começou a estudar na creche ou pré-escola
naotrabalha	Dummy igual a 1 se o aluno não trabalha fora de casa
reprovado	Dummy igual a 1 se o aluno já reprovou pelo menos uma vez
compcasa	Dummy igual a 1 se o aluno possui computador em casa
alunole	Dummy igual a 1 se o aluno lê livros, jornais, revistas e/ou notícias sempre ou quase sempre
deverdecasa	Dummy igual a 1 se o aluno faz o dever de casa de matemática sempre ou quase sempre
proficmedia	Variável contínua que indica a proficiência média da turma
<i>Variáveis da escola</i>	
estadual	Dummy igual a 1 se a escola pertence ao departamento administrativo estadual. É 0 se pertence ao departamento administrativo municipal
biblioteca	Dummy igual a 1 se a escola possui biblioteca com condição de uso boa ou regular
labinfo	Dummy igual a 1 se a escola possui laboratório de informática com condição de uso boa ou regular
internetescola	Dummy igual a 1 se a escola possui internet para os alunos com condição de uso boa ou regular
projescola	Dummy igual a 1 se a escola possui projetor com condição de uso boa ou regular
quadra	Dummy igual a 1 se a escola possui quadra de esportes com condição de uso boa ou regular
banheiros	Dummy igual a 1 se a escola possui banheiros com condição de uso boa ou regular
conservsalas	Dummy igual a 1 se a escola possui salas com estado de

	conservação bom ou regular
selprova	Dummy igual a 1 se a escola possui prova critério para admissão de alunos
acessibilidade	Dummy igual a 1 se a escola possui infraestrutura suficientemente adequada a deficientes e pessoas com necessidades especiais
alimentacao	Dummy igual a 1 se a escola possui quantidade e qualidade de alimentos boas ou regulares na merenda
fthomo	Dummy igual a 1 se a escola possui homogeneidade (por idade ou rendimento) como critério para formação das turmas
agressaoprof	Dummy igual a 1 se houve ocorrência de agressão física ou verbal do aluno contra professor ou funcionário durante o ano de análise
Indicador_prof	Variável contínua que indica a qualidade do professor. Construída a partir do banco de professores do SAEB.

Fonte: Elaboração própria.

4. Métodos utilizados

O objetivo principal deste estudo é avaliar duas políticas públicas educacionais que poderiam ser realizadas: redução do tamanho de turma e melhora da qualidade do professor. Além disso, pretende-se avaliar o efeito de um bom professor em uma turma grande. Primeiramente, a análise será feita a partir de uma estimação pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e, em seguida, o efeito de cada uma dessas duas variáveis e da interação entre elas também será estimado ao longo dos quantis de desempenho, pelo método da Regressão Quantílica.

O primeiro passo foi estimar por MQO a equação:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 tamturma_i + \beta_2 indicador_prof_i + \beta_{aluno} X_{aluno_i} + \beta_{esc} X_{esc_i} + \beta_{UF} X_{UF_i} + \varepsilon_i \quad (2.1)$$

Em que y_i é a nota no teste de proficiência em matemática na Prova Brasil, individualizada e representada pelo subscrito $i = 1, 2, \dots, N$; X_{aluno_i} é um vetor de variáveis com respeito a características do próprio aluno e de sua família, X_{esc_i} é o vetor de variáveis com respeito a características da escola do indivíduo i ; $tamturma$ e $indicador_prof$ são as variáveis de interesse de tamanho de turma e

qualidade do professor, respectivamente, e X_{UF_i} é um vetor de variáveis dummies que representam a unidade da federação em que o aluno i estuda.

Em seguida, foi criada uma variável de interação entre as duas variáveis de interesse e novamente estimada por MQO:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 tamturma_i + \beta_2 indicador_prof_i + \beta_4 tamturmaxindicador_prof_i + \beta_{aluno} X_{aluno_i} + \beta_{esc} X_{esc_i} + \beta_{UF} X_{UF_i} + \varepsilon_i \quad (2.2)$$

O objetivo ao incluir a interação entre as duas variáveis é identificar se o efeito de cada uma delas sobre o desempenho dos alunos depende do nível da outra.

Entretanto, como a variável dependente, proficiência em matemática na Prova Brasil é contínua, ela pode apresentar variações que não são reveladas por uma estimação na média (Angrist e Pischke, 2009). Além disso, conforme mostra a Tabela A.1 do Apêndice, algumas características observáveis mudam de acordo com a posição na distribuição de notas. Desse modo, aplicou-se também o modelo de Regressão Quantílica sob a hipótese de que o efeito das variáveis de interesse pode ser heterogêneo ao longo da distribuição de proficiências.

De modo geral, supõe-se que o modelo seja linear e, para aplicação da regressão Quantílica, utiliza-se a função de produção educacional com estrutura semelhante à do modelo MQO em (2.2), de forma que:

$$y_i = \beta_0^\tau + \beta_1^\tau tamturma_i + \beta_3^\tau indicador_prof_i + \beta_4^\tau tamturmaxindicador_prof_i + \beta_{aluno}^\tau X_{aluno_i} + \beta_{esc}^\tau X_{esc_i} + \beta_{UF}^\tau X_{UF_i} + \varepsilon_i^\tau \quad Q_{\varepsilon_i}^\tau = 0 \quad (3)$$

O subscrito i refere-se ao aluno e $Q_{\varepsilon_i}^\tau$ refere-se ao τ° quantil da variável aleatória não observada; $\beta_0^\tau, \beta_1^\tau, \beta_3^\tau, \beta_4^\tau, \beta_{aluno}^\tau, \beta_{esc}^\tau, \beta_{UF}^\tau$ e ε_i^τ são os parâmetros desconhecidos desse novo modelo. Quando $\tau = 0,10$, por exemplo, $Q_{\varepsilon_i}^\tau$ descreve o menor decil de y_i dado o vetor de variáveis independentes incluídas.

Dessa forma, pretende-se avaliar os efeitos do tamanho de turma, da qualidade do professor e da interação entre estes ao longo da distribuição de notas. Para isso, além da suposição de linearidade é necessário supor que $tamturma$, $indicador_prof$, X_{aluno} , X_{esc} e X_{UF} são exógenos.

Ao estimar a equação (3) por Regressão Quantílica⁷ é possível encontrar os coeficientes desconhecidos:

⁷ Koenker e Bassett (1978) e Frölich e Melly (2010) em Zoghbi e Louzano (2012).

$$\beta_{\tau} = \arg \min_{\beta_0^{\tau}, \beta_1^{\tau}, \beta_3^{\tau}, \beta_4^{\tau}, \beta_{aluno}^{\tau}, \beta_{esc}^{\tau}, \beta_{UF}^{\tau}} \Sigma[\rho_{\tau}(y_i - X\beta)]$$

$$\rho_{\tau}(u) = u[\tau - 1(u < 0)].$$
(4)

O vetor de parâmetros β deve ser indexado a τ , pois o interesse é justamente analisar como esse vetor assume diferentes valores para percentis diferentes. Os modelos de regressão quantílica possuem a vantagem de terem a capacidade de incorporar uma possível heterocedasticidade, que seria detectada a partir da variação das estimativas dos coeficientes para diferentes β a partir dos τ .

5. Resultados

Os resultados das estimações por MQO estão na tabela 2.1 abaixo. Essas regressões servirão de referência para as estimações por Regressão Quantílica que estão apresentadas na tabela 2.2. Todas as estimações estão apresentadas de forma completa no apêndice. O modelo MQO1 mostra a estimação do efeito médio do tamanho de turma e do indicador de professor controlando pelas características do aluno, da família e da escola. O modelo MQO2 estima o impacto do tamanho de turma, do indicador de professor controlando para as mesmas características de antes. Além das características citadas, todas as estimações foram controladas por *dummies* para unidades da federação, tendo como referência o Distrito Federal.

Tabela 2.1. Impacto médio na Proficiência de matemática (5º ano do Ensino Fundamental) – Mínimos Quadrados Ordinários.

	MQO1	MQO2
Tamanho de turma	-0,0540*** (0,0141)	-0,05488* (0,0322)
Indicador do professor	2,2457*** (0,2922)	1,5885 (2,4800)
Interação tamanho de turma e professor		0,0546 (0,0987)
Aluno é homem	5,9852*** (0,1454)	6,3164*** (0,2860)
Aluno não é branco	-2,4731*** (0,1527)	-1,7790*** (0,3029)
Mãe tem mais que o EM	3,8883*** (0,1629)	6,9870*** (0,3229)
Cursou a pré-escola	6,7121***	5,8992***

	(0,1938)	(0,3529)
Não trabalha fora de casa	16,4517***	15,9849**
	(0,2276)	(0,4350)
Já foi reprovado	-22,5728***	-20,6027***
	(0,1972)	(0,3520)
Proficiência média da turma	0,8083***	0,8122***
	(0,0033)	(0,0065)
Escola possui acessibilidade	0,3061*	0,8405**
	(0,1691)	(0,3360)
Escola estadual	-0,2707	-0,6857*
	(0,1796)	(0,3598)
Biblioteca	-0,2345	0,2212
	(0,1680)	(0,3279)
Escola com internet	0,1523	-0,0987
	(0,1853)	(0,3628)
Conservação das salas	-0,5814*	-0,3948
	(0,3062)	(0,5883)
Constante	21,7966***	14,7022***
	(1,1036)	(0,9538)
R-quadrado	0,3471	0,3635

Obs: Erros-padrão robustos entre parênteses . * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01.

Os resultados da tabela 2.1 indicam que o efeito do tamanho de turma é negativo e significativo sobre a proficiência dos alunos em matemática. De acordo com a estimação MQO1, por exemplo, dado tudo mais constante, o aumento de uma turma em 10 alunos acarretaria uma diminuição na nota de, aproximadamente, 5,4 pontos. Já o indicador do professor apresenta coeficiente positivo e significativo, indicando que quanto maior o indicador – isto é, quanto melhor o professor - melhor a nota do estudante. Além disso, o efeito positivo do aumento em uma unidade no indicador de qualidade do professor parece ter magnitude maior que o efeito negativo de um aluno a mais na turma sobre a proficiência. Esses resultados se relacionam aos obtidos por Rivkin, Hanushek e Kain (2005), quais sejam os de que o ganho em proficiência obtido a partir de uma redução do tamanho da classe é menor que o ganho devido ao aumento da qualidade do professor.

Na estimação MQO2, foi incluída a interação entre tamanho de turma e indicador do professor. Quando uma interação é incluída no modelo pretende-se avaliar se o efeito de um fator é o mesmo para cada nível do outro fator. Neste caso, pretende-se perceber se o efeito do tamanho de turma é o mesmo para cada nível

do indicador de qualidade do professor. Entretanto, a interação não foi significativa nessa estimação.

Ainda sobre as estimações por MQO, é importante ressaltar que os resultados estão de acordo com a literatura dominante no que tange à importância relativa de características do *background* familiar⁸ e do próprio estudante para a nota. Educação da mãe, quantidade de pessoas que moram na casa e se mora ou não com a mãe representam as características familiares controladas. Todas são significantes a pelo menos 1% e apresentam os sinais esperados. Algumas variáveis ligadas ao aluno como ter começado os estudos na pré-escola, trabalhar fora de casa e já ter sido reprovado também foram significantes e apresentaram efeitos com direções esperadas⁹.

Analisando agora a Tabela 2.2, que apresenta os resultados da regressão Quantílica, é possível avaliar o impacto dos mesmos fatores ao longo da distribuição de notas. Um resultado interessante é que poderia ser explicado de forma bastante intuitiva é o de que essa variável só apresenta impacto significativo e com maior magnitude no primeiro quantil, ou seja, só tem efeito significativo para alunos piores. A intuição justificaria isso a partir da ideia de que alunos com dificuldades de aprendizado têm maior necessidade do atendimento individual do professor. Dessa forma, é razoável pensar que esses alunos serão, de fato, mais negativamente impactados por turmas muito cheias, onde além da probabilidade de haver maior quantidade de interrupções e problemas com indisciplina ser maior, existe menor quantidade do “insumo professor” e menores chances de participação do aluno em sala de aula.

Tabela 2.2. Impacto do tamanho de turma e do indicador do professor nos Quantis da Distribuição de notas de matemática do 5º ano – Regressão Quantílica

	0,1	0,25	0,50	0,75	0,90
Intercepto	-15,1160*** (3,6479)	-4,9517* (3,0010)	14,001*** (2,7274)	36,3021*** (2,9635)	69,2157*** (3,6672)
Tamanho de turma	-0,1904*** (0,0538)	-0,0688 (0,0443)	-0,0585 (0,0402)	0,0008 (0,0437)	0,0454 (0,0541)
Indicador do professor	-5,9816 (4,1455)	2,4520 (3,4103)	0,1774 (3,0993)	5,9709* (3,3677)	7,9036* (4,1673)
Interação tamanho	0,3036* (0,1518)	0,0093 (0,0443)	0,1190 (0,0402)	-0,0986 (0,0437)	-0,1668 (0,0541)

⁸ Coleman *et al* (1966), Hanushek (1986), Menezes-Filho (2011).

⁹ Oliveira (2010)

de turma e professor	(0,1651)	(0,1357)	(0,1234)	(0,1341)	(0,1659)
Controle: alunos, famílias, escolas, UFs	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Obs: : Erros-padrão robustos entre parênteses. * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

Além disso, esses resultados podem corroborar os obtidos por alguns outros autores¹⁰ quando relacionamos o desempenho ao nível socioeconômico dos estudantes. Os alunos que estão no primeiro quantil são em grande maioria os alunos de escolas com os piores níveis socioeconômicos. Como podemos observar na Tabela 2.3, mais de 50% dos alunos do primeiro quantil de notas estudam em escolas dos grupos 1 a 3 da classificação do Nível Socioeconômico (NSE) de acordo com os dados da Prova Brasil. Já dentre os 10% melhores alunos, apenas 25,5% dos alunos fazem parte desses três primeiros grupos. Portanto, turmas mais cheias impactam mais negativamente alunos que apresentam as menores notas, que em sua maioria, são os de escolas com nível socioeconômico mais baixo.

Tabela 2.3 Percentual de alunos por Nível Socioeconômico segundo a Distribuição de notas de matemática do 5º ano

	0,10	0,25	0,50	0,75	0,90
Grupo 1 (%)	1,24	0,88	0,65	0,51	0,45
Grupo 2 (%)	12,32	8,68	6,69	5,41	4,83
Grupo 3 (%)	37,72	30,89	26,10	22,28	20,28
Grupo 4 (%)	30,49	35,22	36,43	36,02	35,25
Grupo 5 (%)	17,30	23,00	28,05	32,69	35,25
Grupo 6 (%)	0,93	1,32	2,07	3,08	3,93
Grupo 7 (%)	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01

Obs: O Grupo 1 contém as escolas com menor NSE e o Grupo 7, com maior.

Fonte: Elaboração própria com microdados da Prova Brasil 2013.

Outro importante resultado é o de que a interação entre tamanho de turma e indicador do professor é significativa e apresenta efeito positivo sobre o desempenho para o primeiro quantil de notas. Isso significa que o impacto de turmas maiores não é o mesmo quando a turma tem um bom professor e vice-versa para os 10% piores alunos. Intuitivamente, pode-se pensar que, o uso de métodos mais eficazes de ensino ou maior domínio do professor sobre a matéria que leciona

¹⁰ Fredriksson *et al* (2014), Robinson (1990).

podem suprir, em certa medida, a necessidade que os 10% piores alunos têm de atendimento individual.

Para entender a relação entre as duas variáveis, toma-se como base, mais uma vez, as formas pelas quais a qualidade do professor impacta o desempenho. Seja pela qualificação do professor, pelas práticas utilizadas em sala de aula ou método de avaliação, a significância da interação, explica-se pelo fato de que cada um desses fatores ligados ao professor pode ser mais ou menos eficaz dependendo do tamanho da turma.

Para os 2º e 3º quantis, nem tamanho de turma, nem o indicador do professor foram significantes. Entretanto, nos dois últimos quantis, é preciso ressaltar outro resultado interessante. Apesar do tamanho de turma não ter sido significativo, o indicador de qualidade do professor, além de ser significativo, apresenta magnitude crescente na comparação entre o 4º e o 5º quantis. Dessa forma, observa-se que entre os melhores alunos, existe um maior impacto de ter um bom professor e, mais ainda, dentre os 10% melhores alunos, em comparação aos 25% melhores, um bom professor impacta mais.

Esses resultados demonstram que o processo de formulação de políticas educacionais deve considerar a diversidade existente dentro do próprio sistema escola nos anos iniciais do Ensino Fundamental no Brasil. Enquanto para alunos piores, pode ser positivo considerar uma política de redução do tamanho da turma, para alunos melhores, parecer ser mais interessante ter o foco na qualidade do professor e nos métodos utilizados por ele em sala de aula.

6. Conclusão

O objetivo deste trabalho foi fornecer insumos que possam ser úteis na formulação de políticas públicas educacionais. Foram avaliados o impacto do tamanho de turma, da qualidade do professor e da presença de um professor bom em uma turma grande sobre o desempenho. Para isso, utilizou-se duas estratégias de estimação diferentes. A primeira estratégia foi utilizar o método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), pelo qual foi possível obter o efeito médio de cada uma das variáveis de interesse. A segunda estratégia foi estimar os efeitos das mesmas variáveis para diferentes quantis de desempenho, visto que a variável dependente (proficiência em matemática) é contínua.

Os resultados indicam que o tamanho de turma tem impacto médio negativo e significativo sobre o desempenho. Além disso, verificou-se na estimação por quantis que o impacto de turmas maiores sobre a nota só é significativo para os 10% piores alunos da distribuição.

Com relação à qualidade do professor, os resultados mostram que na estimação por MQO sem a interação, a qualidade do professor tem impacto positivo e significativo sobre a nota. Entretanto, as conclusões mais interessantes estão ligadas à estimação por quantis. No primeiro quantil de notas, além do impacto negativo do tamanho de turma, foi possível identificar que a interação entre as duas variáveis é significativa e positiva, o que significaria dizer que professores bons em turmas grandes conseguem compensar o efeito negativo de mais alunos por classe. Além disso, nos dois últimos quantis de desempenho, o indicador de qualidade do professor apresentou coeficientes significativos e positivos, sendo que para os 10% melhores alunos, o efeito de um professor bom é maior do que para os 25% melhores alunos.

Apesar dos resultados serem interessantes no que diz respeito à avaliação de políticas públicas para a educação, é necessário considerar algumas possíveis limitações. Em primeiro lugar, o indicador de qualidade do professor foi construído apenas a partir de características observáveis como escolaridade, experiência e métodos utilizados. Entretanto, características não observáveis do professor podem estar fortemente relacionadas ao desempenho dos alunos¹¹, o que não foi contemplado neste estudo.

Outra limitação metodológica está relacionada ao que é discutido em Glewwe e Hanushek (2011). Os autores destacam que pode haver alguns problemas na estimação em vários estudos sobre esse tema. O exemplo citado no artigo é o de que escolas que possuem melhor qualidade devido a fatores não observados atraem mais alunos, e por isso, podem ter turmas maiores e apresentar correlação positiva entre o tamanho de turma e o desempenho. De fato, garantir que o tamanho de turma tenha um determinante exógeno é um dos maiores desafios para os estudos deste tema.

Mesmo que os resultados encontrados sejam potencialmente relevantes, o modelo deve ser melhorado a fim de superar tais limitações.

¹¹ Rivkin, Hanushek e Kain (2005) e Finn, Pannozzo e Achilles (2003)

Referências Bibliográficas

AGÉNOR, P. R. Infrastructure, public education and growth with congestion costs. *Bulletin of Economic Research*, v. 64, n. 4, p. 449-469, 2012.

ANGRIST, J. D.; LAVY, V. Using Maimonides' rule to estimate the effect of class size on scholastic achievement. *Quarterly Journal of Economics*, v. 114, n. 2, p. 533-575, 1999.

ANGRIST, J.; PISCHKE, J. Mostly Harmless Econometrics, 1 ed. Princeton University Press, 2009.

BECKER, G. Human Capital: a theoretical and empirical analysis, with special reference to education. New York: NBER/Columbia University Press, 1964. 187 p.

CHINGOS, Matthews M. The impact of a universal class-size reduction policy: Evidence from Florida's statewide mandate. *Economics of Education Review*, v.31, p. 543-562, 2012.

COLEMAN, J. S. et al. Equality of educational opportunity. Washington, dc: U.S. Government Printing Office, p. 1066-5684, 1966.

EHRENBERG, R. G.; BREWER, D. J.; GAMORAN, A.; WILLMS, J. D. The class size controversy. Cornell University IRL Collection, 2001 (Working Paper 14)

FINN, J. D.; ACHILLES, C. M. Answers and questions about class size: a Statewide experiment. *American Educational Research Journal*, v. 27, n. 3, p. 557-77, 1990.

FINN, J. D.; PANNOZZO, G. M.; ACHILLES, C. M. The "Why's" of Class Size: Student Behavior in Small Classes. *Review of Educational Research*, v. 73, n. 3, p. 321-368, 2003.

FREDRIKSSON, P., ÖCKERT, B., & OOSTERBEEK, H. Long-term effects of class size. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 128, n. 1, p. 249-285, 2013.

FREDRIKSSON, P.; ÖCKERT, B.; OOSTERBEEK, H. Inside the Black Box of Class Size: Mechanisms, Behavioral Responses, and Social Background. IZA DP, n. 8019, 2014.

HANUSHEK, E. A. The Economics of Schooling: Production and Efficiency in Public Schools. *Journal of Economic Literature*, v. 24, n. 3, p. 1141-1177, 1986.

HANUSHEK, E. A. The Failure of Input-Based Schooling Policies. *The Economic Journal*, v.113, n. 485, p. F64-F98, 2003.

HANUSHEK, E. A. Economic growth in developing countries: the role of human capital. *Economics of Education Review*, v. 37, p.204-212, 2013.

HOXBY, C. Peer effect in the classroom: learning from gender and race variation. Cambridge: NBER, 2000a (Working Paper 7867).

HOXBY, C. The Effects of Class Size on Student Achievement: New Evidence from Population Variation. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 115, n. 4, p. 1239-1285, 2000b.

HOJO, M. Class-size effects in Japanese schools: A spline regression approach. *Economics Letters*, v. 120, p.583-587, 2013.

KRUEGER, A. B. Experimental Estimates of Education Production Functions. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 114, n. 2, p. 497-532, 1999.

KRUEGER, A. B. Economic Considerations and Class Size. *The Economic Journal*, v. 113, n. 485, p. F34-F63, 2003.

MENEZES FILHO, N. A. Os Determinantes do Desempenho Escola do Brail. In: Pedro Garcia Duarte; Simão Silber; Joaquim Guilhoto. (Org.). O Brasil do século XXI. 1ed. São Paulo: Saraiva, 2011, v. 1, p. 231-256.

MINCER, J. Education, Experience, and the Distribution of Earnings and Employment: An Overview. *Education, Income, and Human Behavior*, NBER, p. 71-94, 1975

OLIVEIRA, J. M.; MENEZES-FILHO, N. A. (Orient.). Custo-efetividade de políticas de redução do tamanho da classe e ampliação da jornada escolar: uma aplicação de estimadores de matching. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2010. 168 p.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. Microeconomia, 6ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006, 641 p.

RIVKIN, S. G.; HANUSHEK, E. A.; KAIN, J. F. Teachers, Schools, and Academic Achievement. *Econometrica*, v. 73, n. 2, p. 417-458, 2005.

ROBINSON, G. E. Synthesis of research on effects of class size. *Educational Leadership*, v. 47, n. 7, p. 80–90, 1990.

SCHULTZ, T. W. Investment in Human Capital. *The American Economic Review*, v. 51, n. 1, p. 1-17, 1961.

SHADBEGIAN, R. J.; OTT, A. F. Do children create an externality in the provision of public education? *Public Finance Review*, v. 29, n. 3, p. 233-253, 2001.

ZOGHBI, A. C. P. et al. Avaliando O Impacto Do Caderno De Apoio e Aprendizagem Na Rede De Ensino Municipal De São Paulo: Efeitos Médios e Heterogêneos. In: Anais do XL Encontro Nacional de Economia. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pós-graduação em Economia, 2014.

Apêndice

Tabela A.1. Análise descritiva das características do aluno, da família e da escola por quantil de notas.

	0,1		0,25		0,50		0,75		0,90	
	Média (%)	Desvio	Média (%)	Desvio	Média (%)	Desvio	Média (%)	Desvio	Média (%)	Desvio
Aluno é homem	56%	0,50	52%	0,50	48%	0,50	50%	0,50	54%	0,50
Aluno não é branco	69%	0,46	70%	0,46	69%	0,46	66%	0,47	55%	0,50
Mãe tem mais que o EM	57%	0,49	60%	0,49	69%	0,46	72%	0,45	79%	0,41
Mora com 5 ou mais pessoas	51%	0,50	52%	0,50	48%	0,50	44%	0,50	35%	0,48
Mora com a mãe	83%	0,37	86%	0,35	89%	0,31	90%	0,29	93%	0,25
Cursou a pré-escola	72%	0,45	72%	0,45	76%	0,43	78%	0,41	86%	0,35
Não trabalha fora de casa	66%	0,47	71%	0,45	86%	0,35	89%	0,31	95%	0,23
Já foi reprovado	52%	0,50	47%	0,50	30%	0,46	22%	0,41	6%	0,24
Possui computador em casa	48%	0,50	50%	0,50	61%	0,49	67%	0,47	80%	0,40
Lê revistas, jornais e/ou notícias	86%	0,34	87%	0,34	86%	0,35	85%	0,36	85%	0,36
Faz dever de casa	61%	0,49	64%	0,48	73%	0,45	78%	0,42	89%	0,31
Critério de seleção na escola é prova	1%	0,10	1%	0,10	1%	0,08	1%	0,08	1%	0,07
Escola possui acessibilidade	19%	0,40	20%	0,40	23%	0,42	24%	0,43	28%	0,45
Boa alimentação na escola	156%	0,71	157%	0,71	163%	0,67	166%	0,64	173%	0,58
Formação homogênea das turmas:	48%	0,50	47%	0,50	43%	0,49	41%	0,49	38%	0,49
Ocorrência de agressão ao professor na escola	59%	0,49	58%	0,49	58%	0,49	58%	0,49	53%	0,50
Escola estadual	20%	0,40	21%	0,41	23%	0,42	25%	0,43	29%	0,45
Biblioteca	58%	0,49	60%	0,49	66%	0,47	69%	0,46	74%	0,44
Laboratório de informática	66%	0,47	68%	0,47	74%	0,44	76%	0,43	80%	0,40
Escola com internet	55%	0,50	57%	0,50	64%	0,48	67%	0,47	74%	0,44
Escola com projetor	83%	0,37	85%	0,36	89%	0,32	90%	0,30	92%	0,27
Escola com quadra de esportes	42%	0,49	45%	0,50	53%	0,50	56%	0,50	64%	0,48
Banheiros	74%	0,44	75%	0,43	78%	0,41	80%	0,40	84%	0,36
Conservação das salas	90%	0,30	90%	0,29	92%	0,27	93%	0,25	95%	0,22

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Aneb 2013 (INEP).

Tabela A.2. Impacto médio na Proficiência de matemática (5º ano do Ensino Fundamental) – Mínimos Quadrados Ordinários (Completo)

	MQO1	MQO2
Tamanho de turma	-0,0540*** (0,0141)	-0,05488* (0,0322)
Indicador do professor	2,2457*** (0,2922)	1,5885 (2,4800)
Interação tamanho de turma e professor		0,0546 (0,0987)
Aluno é homem	5,9852*** (0,1454)	6,3164*** (0,2860)
Aluno não é branco	-2,4731*** (0,1527)	-1,7790*** (0,3029)
Mãe tem mais que o EM	3,8883*** (0,1629)	6,9870*** (0,3229)
Mora com 5 ou mais pessoas	-3,1024*** (0,1478)	-2,8677*** (0,2874)
Mora com a mãe	2,7290*** (0,2693)	1,7515*** (0,4884)
Cursou a pré-escola	6,7121*** (0,1938)	5,8992*** (0,3529)
Não trabalha fora de casa	16,4517*** (0,2276)	15,9849** (0,4350)
Já foi reprovado	-22,5728*** (0,1972)	-20,6027*** (0,3520)
Possui computador em casa	3,6400*** (0,1835)	4,9586*** (0,3251)
Lê revistas, jornais e/ou notícias	-3,5685*** (0,2247)	-2,8524*** (0,3996)
Faz dever de casa	11,5875*** (0,1881)	11,2329*** (0,3472)
Proficiência média da turma	0,8083*** (0,0033)	0,8122*** (0,0065)
Critério de seleção na escola é prova	0,3568 (0,9623)	-4,6927** (1,8541)
Escola possui acessibilidade	0,3061* (0,1691)	0,8405** (0,3360)
Boa alimentação na escola	-0,1191 (0,1146)	-0,1626 (0,2240)
Formação homogênea das	-0,1724	-0,3099

turmas:	(0,1501)	(0,2948)
Ocorrência de agressão ao professor na escola	0,5240***	0,5215*
	(0,1465)	(0,2880)
Escola estadual	-0,2707	-0,6857*
	(0,1796)	(0,3598)
Biblioteca	-0,2345	0,2212
	(0,1680)	(0,3279)
Laboratório de informática	-0,3234	-0,1188
	(0,2035)	(0,3968)
Escola com internet	0,1523	-0,0987
	(0,1853)	(0,3628)
Escola com projetor	0,1201	0,4334
	(0,2510)	(0,47668)
Escola com quadra de esportes	-0,0270	-0,0691
	(0,1613)	(0,3176)
Banheiros	-0,1284	0,0337
	(0,1995)	(0,3866)
Conservação das salas	-0,5814*	-0,3948
	(0,3062)	(0,5883)
Constante	21,7966***	14,7022***
	(1,1036)	(0,9538)
R-quadrado	0,3471	0,3635

Obs: Erros-padrão robustos entre parênteses . * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01.